

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. März 2003 (13.03.2003)

PCT

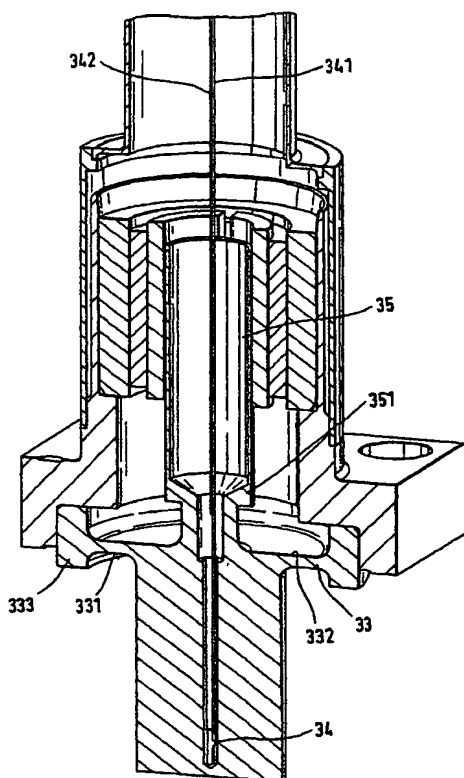
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/021201 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01F 1/32 (72) Erfinder: KOUDAL, Ole; Stockmattstrasse 85, CH-5400 Baden (CH). NIERLICH, Thomas; Am Sonnenrain 62, 79539 Lörrach (DE). HÖCKER, Rainer; Kalvarienbergstrasse 22, 79761 Waldshut (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/09213
- (22) Internationales Anmeldedatum: 17. August 2002 (17.08.2002) (74) Anwalt: ANDRES, Angelika; Endress + Hauser Deutschland Holding GmbH, PatServe, Colmarer Strasse 6, 79576 Weil am Rhein (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 01121150.5 4. September 2001 (04.09.2001) EP
- (71) Anmelder: ENDRESS + HAUSER FLOWTEC AG [CH/CH]; Kägenstrasse 7, CH-4153 Reinach (CH). (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CORROSION-RESISTANT TURBULENT FLOW METER

(54) Bezeichnung: KORROSIONSBESTÄNDIGER WIRBELSTRÖMUNGS-AUFNEHMER



(57) Abstract: The invention relates to a turbulent flow meter (1) for measuring the mass flow rate, the volumetric flow rate, or the flow rate of a fluid, which flows in a measuring tube (2) that has a tube wall (21). Said meter has a temperature sensor (34), which is positioned in such a way that the turbulent flow meter can also be used with fluids that are corrosive to the temperature sensor. A resistance body (4), which creates turbulence and thus pressure fluctuations, is located in the measuring tube. A turbulence sensor (3), which responds to said body, is inserted in a bore (22) of the tube wall (21) of the measuring tube, downstream of the resistance body. The turbulence sensor (3) comprises a membrane (33) that covers the bore (22), a sensor vane (31) that projects into the fluid being fixed to said membrane. The temperature sensor (34) is fixed in a blind bore (314) of the sensor vane on the base of said bore. A sensor element (35) is fixed on the opposite side of the membrane from the sensor vane. Alternatively, the temperature sensor can be located in a longitudinal bore (24) of the resistance body.

(57) Zusammenfassung: Der Wirbelströmungsaufnehmer (1) dient der Messung des Massedurchflusses, des Volumendurchflusses oder der Strömungsgeschwindigkeit eines Fluids, das in einem eine Rohrwand (21) aufweisenden Messrohr (2) fließt und hat einen derart angeordneten Temperatursensor (34), dass der Wirbelströmungsaufnehmer auch zusammen mit solchen Fluiden benutzt werden darf, die den Temperatursensor korrodieren. Ein Staukörper (4) ist im Messrohr angeordnet, der Wirbel und somit Druckschwankungen erzeugt. Ein auf diese ansprechender Wirbelsensor (3) ist stromabwärts vom Staukörper in eine Bohrung (22) der Rohrwand (21) des Messrohrs eingesetzt. Der Wirbelsensor (3) umfasst eine die Bohrung (22) überdeckende Membran (33), an der eine in das Fluid ragende Sensorfahne (31) befestigt ist. In einem Sackloch (314) der Sensorfahne ist der Temperatursensor (34) an dessen Boden fixiert. Auf der der Sensorfahne gegenüber liegenden Seite der Membran ist ein Sensorelement (35) befestigt. Der Temperatursensor kann alternativ in einer Längsbohrung (24) des Staukörpers angeordnet werden.

WO 03/021201 A1



SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

KORROSIONSBESTÄNDIGER WIRBELSTRÖMUNGS-AUFNEHMER

Die Erfindung betrifft Wirbelströmungsaufnehmer zur Messung des Volumendurchflusses, des Massedurchflusses oder der Strömungsgeschwindigkeit, des in einem Messrohr in einer Strömungsrichtung fließenden Fluids mit einem über einem Durchmesser des Messrohrs angeordneten Staukörper, der der Erzeugung Kármán'scher Wirbel dient.

Der Volumendurchfluss bzw. der Massedurchfluss ist per definitionem das pro Zeiteinheit durch den Querschnitt des Messrohrs strömende Volumen bzw. die pro Zeiteinheit durch den Querschnitt des Messrohrs strömende Masse des Fluid.

Bei Betrieb eines derartigen Wirbelströmungsaufnehmer entsteht bekanntlich stromabwärts des Staukörpers eine Kármán'sche Wirbelstraße, deren Druckschwankungen von einem Wirbelsensor in ein elektrisches Signal umgeformt werden, dessen Frequenz proportional zum Volumendurchfluss bzw. zur Strömungsgeschwindigkeit ist.

In der US-A 60 03 384 ist ein heute üblicher Wirbelströmungsaufnehmer zur Messung des Volumendurchflusses oder der Strömungsgeschwindigkeit eines Fluids beschrieben, das in einem eine Rohrwand aufweisenden Messrohr in einer Strömungsrichtung fließt, welcher Wirbelströmungsaufnehmer umfasst:

- einen entlang eines Durchmessers des Messrohrs angeordneten Staukörper, der
 - der Erzeugung Kármán'scher Wirbel dient und
 - an einer ersten und einer zweiten Fixierstelle, die einander gegenüber liegen, mit der Rohrwand des Messrohrs von innen verbunden ist,
- einen auf von den Wirbeln erzeugte Druckschwankungen ansprechenden Wirbelsensor, der stromabwärts vom Staukörper in eine Bohrung der Rohrwand des Messrohrs eingesetzt ist und diese Bohrung abdichtet,
- wobei das Zentrum der Bohrung zusammen mit dem Zentrum der ersten Fixierstelle des Staukörpers auf einer Mantellinie des Messrohrs liegt und
- wobei der Wirbelsensor umfasst:
 - eine die Bohrung überdeckende Membran mit einer fluid-zugewandten ersten Oberfläche und einer fluid-abgewandten zweiten Oberfläche,
 - eine an der ersten Oberfläche der Membran befestigte keilförmige Sensorfahne, die

2

- kürzer als der Durchmesser des Messrohrs ist sowie
- mit der Mantellinie des Messrohrs fluchtende Hauptflächen sowie eine Frontkante aufweist, und
- ein an der zweiten Oberfläche befestigtes Sensorelement.

Wird auch noch die Temperatur des Fluids mittels eines Temperatursensors gemessen, so kann der Massedurchfluss aus dem Volumendurchfluss, aus der Art des Fluids und dessen Eigenschaften sowie der momentanen Temperatur ermittelt, z.B. mittels eines Mikroprozessors berechnet, werden.

Dieser Sachverhalt ist bei Wirbelströmungsaufnehmern mit unterschiedlichen Arten von Wirbelsensoren schon lange vorbeschrieben. So zeigen die US-A 40 48 854 und die US-A 44 04 858 jeweils einen Temperatursensor, der an der Rohrwand des Messrohrs von innen so angeordnet ist, dass er vom strömenden Fluid überstrichen wird.

In der JP-A 2000-2567 ist ein Wirbelströmungsaufnehmer zur Messung des Massedurchflusses, des Volumendurchflusses oder der Strömungsgeschwindigkeit eines Fluids beschrieben, das in einem eine Rohrwand aufweisenden Messrohr in einer Strömungsrichtung fließt, welcher Wirbelströmungsaufnehmer umfasst:

- einen einseitig an der Rohrwand von innen mittels einer Bodenplatte fixierten Flügel, der
 - im Betrieb Kármán'sche Wirbel erzeugt,
 - kürzer als ein Durchmesser des Messrohrs ist und
 - senkrecht zur Strömungsrichtung ausgerichtete parallele Hauptflächen sowie eine gerundete Frontfläche aufweist,
 - auf der ein Temperatursensor angeordnet ist,
- in der Nähe der Fixierstelle befestigte erste Sensorelemente für von den Kármán'schen Wirbeln erzeugte Druckschwankungen des strömenden Fluids und
- in der Nähe der Fixierstelle befestigte zweite Sensorelemente für vom strömenden Fluid erzeugte Auslenkungen des Flügels.

Auch dieser Temperatursensor wird vom strömenden Fluid überstrichen und ist somit, wie die Erfinder festgestellt haben, nicht gegenüber allen im Betrieb

vorkommenden Fluiden resistent, d.h. manche Fluide korrodieren derart angeordnete Temperatursensoren.

Diese den Temperatursensor korrodierenden Fluide müssen daher durch den Hersteller der Wirbelströmungsaufnehmer von der Verwendung zusammen mit ihm ausgeschlossen werden. Ein derartiger Ausschluss schmälert jedoch die Breite der Anwendung dieser Wirbelströmungsaufnehmer, also die Universalität ihrer Anwendungen, und somit auch ihre Attraktivität auf dem Markt.

Eine der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, Wirbelströmungsaufnehmer mit einem Staukörper und mit einem in der Rohrwand des Messrohrs fixierten Wirbelsensor sowie mit einem Temperatursensor anzugeben, der derart angeordnet ist, dass der jeweilige Wirbelströmungsaufnehmer auch zusammen mit solchen Fluiden benutzt werden darf, die den Temperatursensor korrodieren.

Zur Lösung dieser Aufgabe besteht eine erste Variante der Erfindung in einem Wirbelströmungsaufnehmer zur Messung des Massedurchflusses, des Volumendurchflusses oder der Strömungsgeschwindigkeit eines Fluids, das in einem eine Rohrwand aufweisenden Messrohr in einer Strömungsrichtung fließt, welcher Wirbelströmungsaufnehmer umfasst:

- einen entlang eines Durchmessers des Messrohrs angeordneten Staukörper, der
 - der Erzeugung Kármán'scher Wirbel dient und
 - an einer ersten und einer zweiten Fixierstelle, die einander gegenüber liegen, mit der Rohrwand des Messrohrs von innen verbunden ist,
- einen auf von den Wirbeln erzeugte Druckschwankungen ansprechenden Wirbelsensor, der stromabwärts vom Staukörper in eine Bohrung der Rohrwand des Messrohrs eingesetzt ist und diese Bohrung abdichtet,
- wobei das Zentrum der Bohrung zusammen mit dem Zentrum der ersten Fixierstelle des Staukörpers auf einer Mantellinie des Messrohrs liegt und
- wobei der Wirbelsensor umfasst:
 - eine die Bohrung überdeckende Membran mit einer fluid-zugewandten ersten Oberfläche und einer fluid-abgewandten zweiten Oberfläche,
 - eine an der ersten Oberfläche der Membran befestigte Sensorfahne, die
 - kürzer als der Durchmesser des Messrohrs ist,

4

- mit der Mantellinie des Messrohrs fluchtende Hauptflächen sowie mindestens eine Frontkante aufweist und
- mit einem Sackloch versehen ist, von dem ein Boden in der Nähe der mindestens einen Frontkante liegt,
- einen Temperatursensor, der am Boden des Sacklochs fixiert ist, und
- ein an der zweiten Oberfläche befestigtes Sensorelement.

Zur Lösung der genannten Aufgabe besteht eine zweite Variante der Erfindung in einem Wirbelströmungsaufnehmer zur Messung des Massedurchflusses, des Volumendurchflusses oder der Strömungsgeschwindigkeit eines Fluids, das in einem eine Rohrwand aufweisenden Messrohr in einer Strömungsrichtung fließt, welcher Wirbelströmungsaufnehmer umfasst:

- einen entlang eines Durchmessers des Messrohrs angeordneten Staukörper, der
 - der Erzeugung Kármán'scher Wirbel dient und
 - an einer ersten und einer zweiten Fixierstelle, die einander gegenüber liegen, mit der Rohrwand des Messrohrs von innen verbunden ist,
- einen auf von den Wirbeln erzeugte Druckschwankungen ansprechenden Wirbelsensor, der stromabwärts vom Staukörper in eine erste Bohrung der Rohrwand des Messrohrs eingesetzt ist und diese Bohrung abdichtet, wobei
 - das Zentrum der ersten Bohrung zusammen mit dem Zentrum der ersten Fixierstelle des Staukörpers auf einer Mantellinie des Messrohrs liegt,
 - der Staukörper mit einem Sackloch versehen ist,
 - das mit einer zweiten Bohrung in der Rohrwand fluchtet und
 - in das ein Temperatursensor eingesetzt ist, und
- der Wirbelsensor umfasst:
 - eine die erste Bohrung überdeckende Membran mit einer fluid-zugewandten ersten Oberfläche und einer fluid-abgewandten zweiten Oberfläche,
 - eine an der ersten Oberfläche der Membran befestigte Sensorfahne, die
 - kürzer als der Durchmesser des Messrohrs ist und
 - mit der Mantellinie des Messrohrs fluchtende Hauptflächen sowie mindestens eine Frontkante aufweist, und
 - ein an der zweiten Oberfläche befestigtes Sensorelement.

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung beider Varianten der Erfindung bilden die Hauptflächen der Sensorfahne einen Keil mit einer einzigen Frontkante.

Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, dass der Temperatursensor keine Berührungsmöglichkeit mit dem strömenden Fluid hat und somit von ihm auch nicht korrodiert werden kann. Trotzdem ist der Temperatursensor so nahe am Fluid angeordnet, dass er dessen Temperatur praktisch verzögerungslos erfasst; er ist nämlich vom Fluid lediglich durch die dünne Wand des Wirbelsensors bzw. des Staukörpers getrennt und diese Teile sind wie die übrigen Teile des Wirbelströmungsaufnehmers aus einem Metall, bevorzugt Edelstahl, hergestellt und somit gut wärmeleitend.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass der in der Sensorfahne bzw. im Staukörper angeordnete Temperatursensor entsprechend dem Buch von F. P. Incropera und D. P. DeWitt "Fundamentals of Heat and Mass Transfer", 4. Edition, 1996, ISBN 0-471-30460-3, Seiten 114 bis 119 und 407 mit einem zweiten Temperatursensor zusammenarbeiten kann, der, bevorzugt von außen, am Meßrohr befestigt ist, also ebenfalls nicht mit dem Fluid in Berührung kommt. Wenn der zweite Temperatursensor vorgesehen wird, ergibt sich bekanntlich eine genauere Temperaturmessung als mit einem einzigen Temperatursensor.

Die Erfindung und weitere Vorteile werden nun anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Gleiche Teile sind in unterschiedlichen Figuren mit denselben Bezugszeichen bezeichnet, die jedoch weggelassen sind, wenn es die Übersichtlichkeit erfordert.

Fig. 1 zeigt in Strömungsrichtung gesehen perspektivisch und teilweise aufgeschnitten einen Wirbelströmungsaufnehmer entsprechend der ersten Variante der Erfindung,

Fig. 2 zeigt gegen die Strömungsrichtung gesehen perspektivisch und teilweise aufgeschnitten den Wirbelströmungsaufnehmer von Fig. 1,

Fig. 3 zeigt perspektivisch in einer Unteransicht den Wirbelsensor von Fig. 1 und 2,

Fig. 4 zeigt einen perspektivischen Längsschnitt des Wirbelsensors der Fig. 3, und

Fig. 5 zeigt analog zu Fig. 2 perspektivisch und teilweise aufgeschnitten einen Wirbelströmungsaufnehmer entsprechend der zweiten Variante der Erfindung.

Die Fig. 1 bis 4 werden im Folgenden gemeinsam beschrieben, da alle Einzelheiten nicht in jeder Figur darstellbar sind.

Die in den Fig. 1 und 2 zunächst gezeigten und der Übersicht dienenden perspektivischen Ansichten eines Ausführungsbeispiel der ersten Variante zeigen, einerseits in Strömungsrichtung gesehen (Fig. 1) und andererseits gegen die Strömungsrichtung gesehen (Fig. 2), einen teilweise aufgeschnittenen Wirbelströmungsaufnehmer 1 mit einem an einer Rohrwand 21 eines Messrohrs 2 fixierten und durch eine Bohrung 22 hindurch ragenden Wirbelsensor 3. Dieser ist bevorzugt ein dynamisch kompensierter Wirbelsensor mit einem kapazitiven Sensorelement, wie er in der US-A 60 03 384 beschrieben ist, deren Inhalt zur Offenbarung dieser Anmeldung gehört.

Entlang eines Durchmessers des Messrohrs 2 ist in dessen Innerem ein Staukörper 4 angeordnet, der mit dem Messrohr 2 unter Bildung einer dargestellten ersten Fixierstelle 41 und einer verdeckten zweiten Fixierstelle 41* fest verbunden ist. Das Zentrum der Bohrung 22 und das Zentrum der Fixierstelle 41 liegen auf einer Mantellinie des Messrohrs 2.

Der Staukörper 4 hat eine Prallfläche 42, gegen die im Betrieb ein zu messendes Fluid, z.B. eine Flüssigkeit, ein Gas oder ein Dampf, anströmt. Der Staukörper 4 hat ferner zwei Seitenflächen, von denen lediglich eine (vordere) Seitenfläche 43 in den Fig. 1 und 2 zu sehen ist. Von der Prallfläche 42 und den Seitenflächen werden zwei Abrisskanten gebildet, von denen lediglich eine (vordere) Abrisskante 44 vollständig und eine (hintere) Abrisskante 45 andeutungsweise in Fig. 1 zu sehen sind.

Der Staukörper 4 der Fig. 1 und 2 hat im wesentlichen die Form einer geraden Dreieck-Säule, also einer Säule mit einem dreieckigen Querschnitt. Es können jedoch auch andere übliche Formen des Staukörpers bei der Erfindung verwendet werden.

7

Durch das Anströmen des Fluids gegen die Prallfläche 42 bildet sich stromabwärts vom Staukörper 4 eine Kármán'sche Wirbelstraße im Fluid dadurch aus, dass an jeder Abrisskante abwechselnd Wirbel abreißen und vom strömenden Fluid mitgenommen werden. Diese Wirbel erzeugen lokale Druckschwankungen im Fluid, deren zeitbezogene Abriss-Häufigkeit, also deren sogenannte Wirbelfrequenz, ein Maß für die Strömungsgeschwindigkeit und/oder den Volumendurchfluss des Fluids ist.

Die Druckschwankungen werden mittels des Wirbelsensors 3 in ein elektrisches Signal umgeformt, das einer Auswerte-Elektronik zugeführt wird, die die Strömungsgeschwindigkeit und/oder den Volumendurchfluss des Fluids in üblicher Weise berechnet.

Der Wirbelsensor 3 ist stromabwärts vom Staukörper 4 in die Bohrung 22 der Rohrwand 21 des Messrohrs 2 eingesetzt und dichtet die Bohrung 22 zur Mantelfläche des Messrohrs 2 hin ab, wozu der Wirbelsensor 3 mit der Rohrwand 21 verschraubt ist. Hierzu dienen z.B. vier Schrauben, von denen in den Fig. 1 und 2 die Schrauben 5, 6, 7 zu sehen sind, während in Fig. 3 zugehörige Bohrungen 50, 60, 70, 80 dargestellt sind.

Vom Wirbelsensor 3 ist eine in den Fig. 1 und 2 in das Innere des Messrohrs 2 durch die Bohrung 22 der Rohrwand 21 hindurch ragende keilförmige Sensorfahne 31 und eine Gehäusekappe 32 zu sehen. Die Gehäusekappe 32 läuft unter Einfügung eines dünner-wandigen Zwischenstücks 323 in eine Verlängerung 322 aus, vgl. die erwähnte US-A 60 03 384.

Die Sensorfahne 31 hat Hauptflächen, von denen in den Fig. 1 und 2 nur die Hauptfläche 311 zu sehen ist. Die Hauptflächen fluchten mit der erwähnten Mantellinie des Messrohrs 2 und bilden eine Frontkante 313. Die Sensorfahne 31 kann auch andere geeignete Raumformen haben; so kann sie z.B. zwei parallele Hauptflächen aufweisen, die zwei parallele Frontkanten bilden.

Die Sensorfahne 31 ist kürzer als der Durchmesser des Messrohrs 2; sie ist ferner biegesteif und weist ein Sackloch 314 auf (nur in Fig. 4 zu sehen). Damit das Sackloch 314 einen ausreichenden Durchmesser hat, treten aus den Hauptflächen

Wandteile hervor, von denen in Fig. 2 der Wandteil 315 angedeutet ist. Das Sackloch 314 reicht bis in die Nähe der Frontkante 313 und hat dort einen Boden.

Zum Wirbelsensor 3 gehört ferner eine die Bohrung 22 überdeckende Membran 33 mit einer fluid-zugewandten ersten Oberfläche 331 und einer fluid-abgewandten zweiten Oberfläche 332, siehe die Fig. 3 und 4. An der Oberfläche 331 ist die Sensorfahne 31 fixiert und an der Oberfläche 332 ein Sensorelement 35. Bevorzugt sind die Sensorfahne 31, die Membran 33, deren ringförmiger Rand 333 und der an der Membran 33 befestigte Teil 351 des Sensorelements 35 aus einem einzigen Materialstück, z.B. Metall, insb. Edelstahl, hergestellt. Das Sensorelement 35 erzeugt das oben erwähnte Signal, dessen Frequenz proportional zum Volumendurchfluss des strömenden Fluids ist.

In der Nähe des Bodens des Sacklochs 314 ist ein Temperatursensor 34 fixiert. Zuleitungen 341, 342 des Temperatursensors 34 führen zentral nach oben durch den Wirbelsensor 3 hindurch.

Eine der Zuleitungen 341, 342 kann entfallen, wenn der Temperatursensor 34 einseitig mit der Sensorfahne 31 elektrisch kontaktiert ist und somit auf dem Potential eines Schaltungsnullpunkts liegt. Der Temperatursensor 34 ist bevorzugt ein Platin-Widerstand.

Da die Sensorfahne 31 und insb. deren Wandteil 315 ausreichend dünn gemacht werden können und außerdem bevorzugt aus Metall bestehen, liegt der Temperatursensor 34 praktisch auf der momentanen Temperatur des an der Sensorfahne 31 vorbeiströmenden Fluids und ist wegen der geringen Wärmekapazität der Anordnung auch sehr gut in der Lage, Temperaturänderungen des Fluids ausreichend schnell und praktisch verzögerungslos zu folgen. Somit kann aus der vom Temperatursensor 34 gemessenen Temperatur des Fluids und aus dem Signal des Wirbelsensors 3 der Massedurchfluss in üblicher Weise berechnet werden.

In Fig. 5 ist in Analogie zu Fig. 2 perspektivisch und teilweise aufgeschnitten ein Wirbelströmungsaufnehmer 1' entsprechend der zweiten Variante der Erfindung dargestellt. Die mit den Teilen von Fig. 2 gleichartigen Teile von Fig. 5 sind nicht

nochmals erläutert, jedoch sind deren Bezugszeichen in Fig. 2 mit einem Apostroph versehen.

Die Unterschiede des Ausführungsbeispiels der zweiten Variante der Erfindung gegenüber dem Ausführungsbeispiel deren ersten Variante bestehen einerseits darin, dass der Staukörper 4' mit einem Sackloch 46 versehen ist, das mit einer zweiten Bohrung 24 in der Rohrwand 2' fluchtet und in das ein Temperatursensor 34' eingesetzt ist, sowie andererseits darin, dass die keilförmige Sensorfahne 31' zwei ebene Hauptflächen 311' aufweist. Der Temperatursensor 34' hat eine Zuleitung 341'.

Das Sackloch 46 kann bis zu einer beliebigen Tiefe im Staukörper 4' vorgesehen sein; bevorzugt liegt dessen Boden 461 so, dass der Temperatursensor 34' in der Mitte des Staukörpers 4' angeordnet ist.

Da der Staukörper 4' im Bereich des Sacklochs 46 ausreichend dünn gemacht werden kann und ebenfalls wie die Sensorfahne 31 der Fig. 1 bis 4 bevorzugt aus Metall, insb. Edelstahl, besteht, liegt der Temperatursensor 34' praktisch auf der momentanen Temperatur des am Staukörper 4' vorbeiströmenden Fluids und ist wegen der geringen Wärme-Kapazität der Anordnung auch sehr gut in der Lage, Temperaturänderungen des Fluids ausreichend schnell und praktisch verzögerungslos zu folgen. Somit kann aus der vom Temperatursensor 34' gemessenen Temperatur des Fluids und aus dem Signal des Wirbelsensors 3' der Massedurchfluss wieder in üblicher Weise berechnet werden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Wirbelströmungsaufnehmer (1) zur Messung des Massedurchflusses, des Volumendurchflusses oder der Strömungsgeschwindigkeit eines Fluids, das in einem eine Rohrwand (21) aufweisenden Messrohr (2) in einer Strömungsrichtung fließt, welcher Wirbelströmungsaufnehmer umfasst:

- einen entlang eines Durchmessers des Messrohrs (2) angeordneten Staukörper (4), der
 - der Erzeugung Kármán'scher Wirbel dient und
 - an einer ersten und einer zweiten Fixierstelle (41, 41*), die einander gegenüber liegen, mit der Rohrwand des Messrohrs von innen verbunden ist,
 - einen auf von den Wirbeln erzeugte Druckschwankungen ansprechenden Wirbelsensor (3), der stromabwärts vom Staukörper in eine Bohrung (22) der Rohrwand (21) des Messrohrs eingesetzt ist und diese Bohrung abdichtet,
 - wobei das Zentrum der Bohrung (22) zusammen mit dem Zentrum der ersten Fixierstelle (41) des Staukörpers (4) auf einer Mantellinie des Messrohrs (2) liegt und
- wobei der Wirbelsensor (3) umfasst:
 - eine die Bohrung (22) überdeckende Membran (33) mit einer fluid-zugewandten ersten Oberfläche (331) und einer fluid-abgewandten zweiten Oberfläche (332),
 - eine an der ersten Oberfläche der Membran befestigte Sensorfahne (31), die
 - kürzer als der Durchmesser des Messrohrs (2) ist und
 - mit der Mantellinie des Messrohrs fluchtende Hauptflächen (311) sowie mindestens eine Frontkante (313) aufweist und
 - mit einem Sackloch (314) versehen ist, von dem ein Boden in der Nähe der mindestens einen Frontkante (313) liegt,
 - einen Temperatursensor (34), der am Boden des Sacklochs (314) fixiert ist, und
 - ein an der zweiten Oberfläche (332) befestigtes Sensorelement (35).

2. Wirbelströmungsaufnehmer (1') zur Messung des Massedurchflusses, des Volumendurchflusses oder der Strömungsgeschwindigkeit eines Fluids, das in einem eine Rohrwand (21') aufweisenden Messrohr (2') in einer Strömungsrichtung fließt, welcher Wirbelströmungsaufnehmer umfasst:

- einen entlang eines Durchmessers des Messrohrs (2') angeordneten Staukörper (4'), der

- der Erzeugung Kármán'scher Wirbel dient und
- an einer ersten und einer zweiten Fixierstelle (41'), die einander gegenüber liegen, mit der Rohrwand des Messrohrs von innen verbunden ist,
- einen auf von den Wirbeln erzeugte Druckschwankungen ansprechenden Wirbelsensor (3'), der stromabwärts vom Staukörper in eine erste Bohrung (22') der Rohrwand (21') des Messrohrs eingesetzt ist und diese Bohrung abdichtet, wobei
- das Zentrum der ersten Bohrung (22') zusammen mit dem Zentrum der ersten Fixierstelle (41') des Staukörpers (4') auf einer Mantellinie des Messrohrs (2') liegt,
- der Staukörper (4') mit einem Sackloch (46) versehen ist,
- das mit einer zweiten Bohrung (24) in der Rohrwand (21') fluchtet und
- in das ein Temperatursensor (34') eingesetzt ist, und
- der Wirbelsensor (3') umfasst:
 - eine die erste Bohrung (22') überdeckende Membran mit einer fluid-zugewandten ersten Oberfläche und einer fluid-abgewandten zweiten Oberfläche,
 - eine an der ersten Oberfläche der Membran befestigte Sensorfahne (31'), die
 - kürzer als der Durchmesser des Messrohrs (2') ist und
 - mit der Mantellinie des Messrohrs fluchtende Hauptflächen (311') sowie mindestens eine Frontkante (313') aufweist, und
 - ein an der zweiten Oberfläche befestigtes Sensorelement.

3. Wirbelströmungsaufnehmer nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Hauptflächen der Sensorfahne einen Keil mit einer einzigen Frontkante (313, 313') bilden.

1 / 4

Fig.1

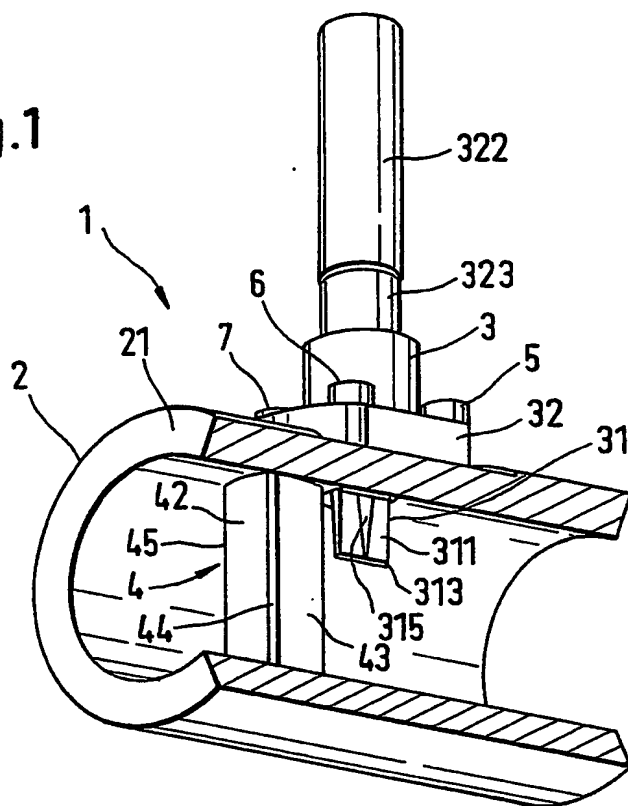
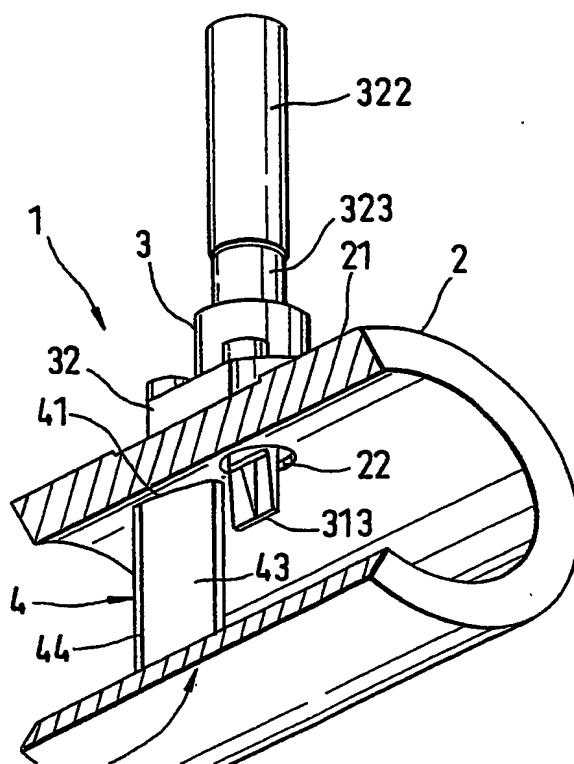
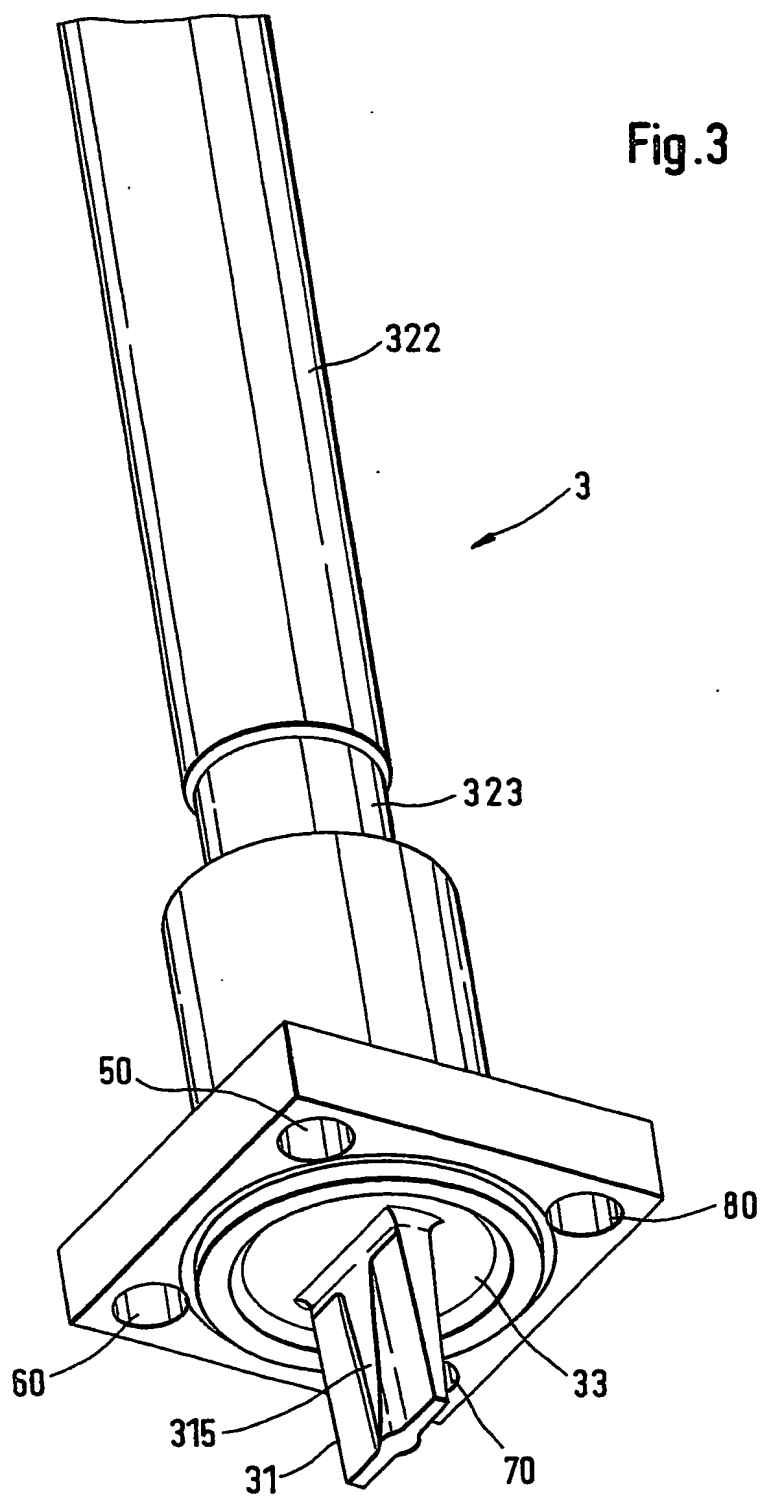


Fig.2



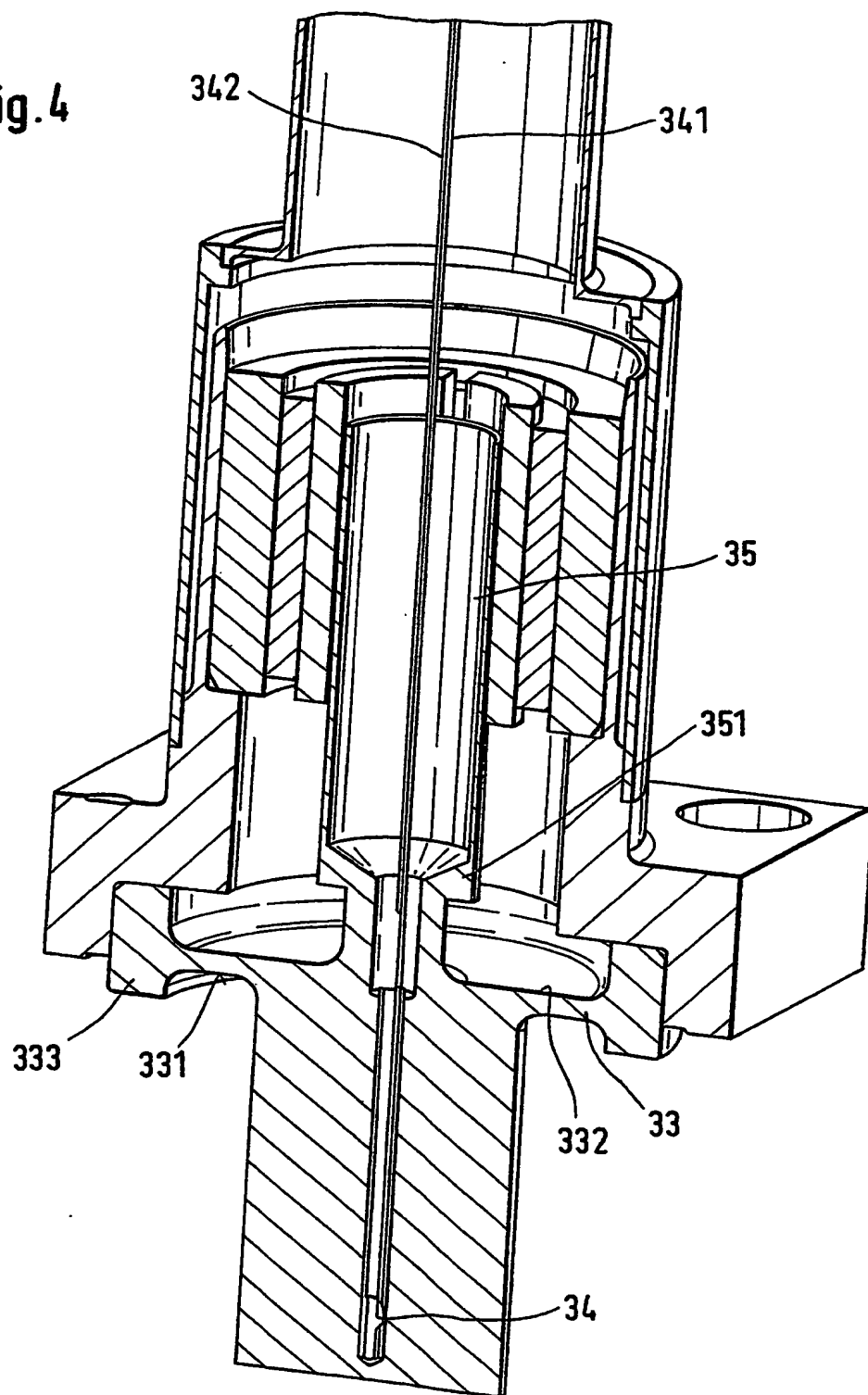
2 / 4

Fig.3



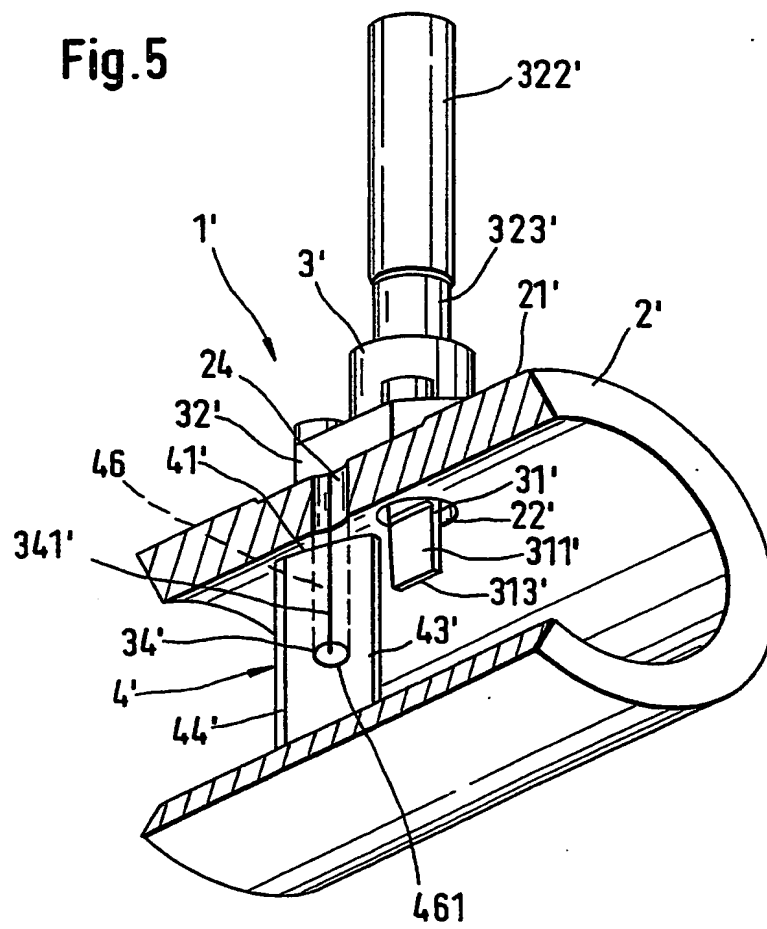
3 / 4

Fig. 4



4 / 4

Fig.5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 02/09213

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01F1/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 3 587 312 A (MCMURTRIE CHARLES L ET AL) 28 June 1971 (1971-06-28) column 2, line 33 -column 3, line 3; figure 1	1-3
Y	US 6 003 384 A (FROEHLICH THOMAS ET AL) 21 December 1999 (1999-12-21) cited in the application the whole document	1-3
A	US 6 003 383 A (ZIELINSKA BARBARA ET AL) 21 December 1999 (1999-12-21) column 12, line 33 -column 13, line 56; figures 8-12	1-3

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 November 2002

Date of mailing of the international search report

09/12/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Boerrigter, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/09213

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3587312	A	28-06-1971	DE 1964280 A1 DE 6949412 U GB 1288797 A	30-07-1970 03-09-1970 13-09-1972
US 6003384	A	21-12-1999	EP 0841544 A1 EP 0841545 A1 CN 1192529 A DE 59700147 D1 DK 841545 T3 ES 2133006 T3 JP 3034833 B2 JP 10160528 A	13-05-1998 13-05-1998 09-09-1998 02-06-1999 08-11-1999 16-08-1999 17-04-2000 19-06-1998
US 6003383	A	21-12-1999	FR 2717896 A1 AT 193596 T BR 9507144 A CA 2186022 A1 CN 1146807 A ,B DE 69517307 D1 DE 69517307 T2 EP 0752092 A1 ES 2148507 T3 WO 9525943 A1 JP 9510546 T RU 2162206 C2	29-09-1995 15-06-2000 30-09-1997 28-09-1995 02-04-1997 06-07-2000 04-01-2001 08-01-1997 16-10-2000 28-09-1995 21-10-1997 20-01-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/09213

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01F1/32

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 3 587 312 A (MCMURTRIE CHARLES L ET AL) 28. Juni 1971 (1971-06-28) Spalte 2, Zeile 33 - Spalte 3, Zeile 3; Abbildung 1	1-3
Y	US 6 003 384 A (FROELICH THOMAS ET AL) 21. Dezember 1999 (1999-12-21) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-3
A	US 6 003 383 A (ZIELINSKA BARBARA ET AL) 21. Dezember 1999 (1999-12-21) Spalte 12, Zeile 33 - Spalte 13, Zeile 56; Abbildungen 8-12	1-3

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. November 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

09/12/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Boerrigter, H

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/09213

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3587312 A	28-06-1971	DE 1964280 A1	30-07-1970
		DE 6949412 U	03-09-1970
		GB 1288797 A	13-09-1972
US 6003384 A	21-12-1999	EP 0841544 A1	13-05-1998
		EP 0841545 A1	13-05-1998
		CN 1192529 A	09-09-1998
		DE 59700147 D1	02-06-1999
		DK 841545 T3	08-11-1999
		ES 2133006 T3	16-08-1999
		JP 3034833 B2	17-04-2000
		JP 10160528 A	19-06-1998
US 6003383 A	21-12-1999	FR 2717896 A1	29-09-1995
		AT 193596 T	15-06-2000
		BR 9507144 A	30-09-1997
		CA 2186022 A1	28-09-1995
		CN 1146807 A ,B	02-04-1997
		DE 69517307 D1	06-07-2000
		DE 69517307 T2	04-01-2001
		EP 0752092 A1	08-01-1997
		ES 2148507 T3	16-10-2000
		WO 9525943 A1	28-09-1995
		JP 9510546 T	21-10-1997
		RU 2162206 C2	20-01-2001